

**VARIAÇÃO CLIMATOLÓGICA NÃO-SAZONAL  
ATRAVÉS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS**

Michelle Simões Reboita  
Departamento de Geociências  
Fundação Universidade Federal do Rio Grande  
Caixa Postal 474 - CEP 96201-900 - Rio Grande - RS  
reboita@vetorialnet.com.br

Suzi Samá Pinto  
Fundação Universidade Federal do Rio Grande  
Caixa Postal 474 - CEP 96201-900 - Rio Grande - RS  
dmtssp@super.furg.br

Nisia Krusche  
Departamento de Geociências  
Fundação Universidade Federal do Rio Grande  
Caixa Postal 474 - CEP 96201-900 - Rio Grande - RS  
dgenisia@super.furg.br

**ABSTRACT**

Meteorological data measured in Rio Grande was subjected to principal component (PC) analysis which yielded a strong influence of the seasonal variation. This research evaluates which is the resulting relationship among the ten variables after the removal of the seasonal component. Three different methods were applied to remove this component. Spectra analysis demonstrated that the three point trigonometric method was the only one to remove it, while keeping all others components unchanged. The PC analysis was applied and four PC were chosen, representing temperature and humidity; insolation, evaporation, and precipitation; pressure and zonal component; and meridional component of wind velocity.

**Introdução**

Entender o comportamento das variáveis atmosféricas no município de Rio Grande é de grande importância para o desenvolvimento da economia regional, uma vez que esta é baseada na agricultura, pesca e serviços portuários, que são atividades fortemente influenciadas pelo tempo e pelo clima. Este é o objetivo principal do projeto “Caracterização Climatológica da Região de Rio Grande e Pelotas, através da Análise de Séries Temporais”. Pretende-se caracterizar a variação das séries temporais meteorológicas através da análise de componentes principais (ACP), dentre outros métodos a serem aplicados a estas séries. Esta técnica é utilizada para detectar grupos de variáveis homogêneas, reduzindo a matriz de dados.

Pinto (2001) avaliou onze variáveis meteorológicas médias mensais, medidas em Rio Grande, através da análise de componentes principais e reteve quatro componentes principais (CP), que juntas explicam 90,8% da variação total dos dados originais. As variáveis temperatura do ar, temperatura de bulbo úmido, temperatura máxima, temperatura mínima, pressão atmosférica, insolação e evaporação apresentaram cargas mais altas na primeira CP, pois nestas variáveis a variação sazonal é predominante. A taxa de precipitação e a cobertura de nuvens ficaram bem definidas na segunda CP, sendo que a insolação também apresenta carga considerável nesta CP, pois quanto maior a cobertura de nuvens menor a insolação. A componente meridional da velocidade do vento apresenta carga mais alta na terceira CP. Já a componente zonal da velocidade do vento, apesar de apresentar carga mais alta na quarta CP, também apresenta carga considerável na terceira CP. A quarta CP apresenta carga mais alta para a componente zonal. Pinto (2001) também aplicou ACP a dados diários e medidos nos horários padrões da Estação Meteorológica, às 12, 18 e 24 TMG

(Tempo Médio de Greenwich) e verificou que o padrão predominante, em todos os dados analisados, é o da variação sazonal.

Pretende-se, neste trabalho, entender a relação entre os dados atmosféricos quando a variação sazonal é descontada de suas séries temporais, tendo em vista que, como exposto acima, o padrão predominante detectado pela análise de componentes principais das variáveis meteorológicas é a componente sazonal. Como objetivo secundário, pretende-se determinar qual método apresenta melhores resultados na desazonalização das variáveis atmosféricas. Propõe-se a aplicação de três métodos: o método trigonométrico de três tempos, a subtração das Normais Climatológicas Provisórias e a média móvel centrada de 12 meses. Para avaliar as relações entre as variáveis, pretende-se utilizar novamente a análise de componentes principais.

## Material e Métodos

O município de Rio Grande localiza-se sobre os solos arenosos da planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul (Ferreira, 1959). Esta região é afetada por massas de ar tropicais e polares, pelo anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul, pelos anticiclones e ciclones de latitudes médias e pelos vórtices ciclônicos. Além disso, há influências das correntes marítimas do Brasil e das Malvinas, bem como do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS).

Foram utilizadas séries temporais de dados meteorológicos médios mensais do período de 1º de janeiro de 1991 a 31 de dezembro de 2000, medidos pela Estação Meteorológica nº 83995, localizada no município de Rio Grande a 32°04'43"S e 52°10'03"W e, operada pelo Departamento de Geociências da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMet). As variáveis em estudo são temperatura do ar (°C), temperatura de bulbo úmido (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), pressão atmosférica (hPa), taxa de evaporação (mm), insolação (número de horas de insolação direta), taxa de precipitação (mm), componente zonal e componente meridional da velocidade do vento (m/s). Os valores médios mensais foram calculados por Reboita (2001), no estudo das "Normais Climatológicas Provisórias de Rio Grande, RS, no período de 1991 a 2000". Para a determinação destas, as séries de dados medidos às 12, 18 e 24 TMG passaram primeiramente por um controle de qualidade e, depois, por um procedimento para preenchimento de falhas, para então calcular-se as médias mensais e após as Normais Climatológicas Provisórias.

Para descontar a componente sazonal das séries de valores mensais, foram empregados três métodos: o método trigonométrico de três tempos, a subtração das Normais Climatológicas Provisórias e a média móvel centrada de 12 meses.

De acordo com Xavier (1990) e Assis (1996), o método trigonométrico de três tempos consiste em subtrair da série centrada a função  $f$  dada por:

$$f(t) = R \cos(\omega t + \phi) \quad (1)$$

onde a série centrada é obtida subtraindo-se da série original a sua média.

O valor de  $\omega$  é dado pela expressão:

$$\omega = \frac{2\pi n}{N \Delta t} \quad (2)$$

onde  $n$  é o número de ciclos na série,  $N$  o número de pontos e  $\Delta t$  o intervalo de tempo entre dois dados.

A amplitude da função é dada por:

$$R = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3)$$

onde  $a$  e  $b$  são constantes dadas pelas expressões:

$$a = \frac{1}{\Delta} \left\{ \sum_{t=0}^{N-1} (x_t \cos wt) \sum_{t=0}^{N-1} (\sin wt)^2 - \sum_{t=0}^{N-1} (x_t \sin wt) \sum_{t=0}^{N-1} (\cos wt \sin wt) \right\} \quad (4)$$

$$b = \frac{1}{\Delta} \left\{ \sum_{t=0}^{N-1} (x_t \sin wt) \sum_{t=0}^{N-1} (\cos wt)^2 - \sum_{t=0}^{N-1} (x_t \cos wt) \sum_{t=0}^{N-1} (\cos wt \sin wt) \right\} \quad (5)$$

$$\Delta = \sum_{t=0}^{N-1} (\cos wt)^2 \sum_{t=0}^{N-1} (\sin wt)^2 - \sum_{t=0}^{N-1} (\cos wt \sin wt)^2 \quad (6)$$

O ângulo  $\phi$ , segundo Xavier (1990), depende dos valores que  $a$  e  $b$  assumem conforme tabela 1.

**Tabela 1** – Valor do ângulo  $\phi$  de acordo com os valores de  $a$  e  $b$ .

$a > 0$	$a < 0$ e $b > 0$	$a < 0$ e $b \leq 0$	$a = 0$ e $b > 0$	$a = 0$ e $b < 0$
$\phi = \text{artg} \left( -\frac{b}{a} \right)$	$\phi = \text{artg} \left( -\frac{b}{a} \right) - \pi$	$\phi = \text{artg} \left( -\frac{b}{a} \right) + \pi$	$\phi = -\frac{\pi}{2}$	$\phi = +\frac{\pi}{2}$

No segundo método, a série temporal dos dados médios mensais é subtraída das Normais Climatológicas Provisórias (NCP). As médias mensais de janeiro são subtraídas das NCP de janeiro, as médias mensais de fevereiro são subtraídas das NCP de fevereiro e assim sucessivamente.

No terceiro método, primeiramente calcula-se o desvio das séries temporais gerando uma nova série  $x_t$ . Calcula-se a média móvel, segundo a expressão a seguir (Xavier, 1990):

$$y_t = \frac{1}{24} \left[ x_{t-6} + 2(x_{t-5} + x_{t-4} + \dots + x_t + x_{t+1} + x_{t+2} + \dots + x_{t+5}) + x_{t+6} \right] \quad (7)$$

Neste método, a série original, no caso com 120 dados, perde 12 informações, ou seja, seis informações no início e seis no final da série.

Aplicou-se a análise de Fourier nas séries de dados mensais antes e após a sazonalização para verificar se os três métodos descritos são eficientes para sazonalizar as séries temporais. A decomposição de Fourier permite representar uma função como uma soma de funções senoidais (Stull, 1988). Por exemplo, a variação sazonal, que é periódica, é uma das componentes de maior energia quando da aplicação da transformada de Fourier a uma série de dados meteorológicos, sendo um eficiente teste para validar a metodologia de sazonalização. Após a análise dos métodos de sazonalização, foi aplicada ACP, a fim de verificar a relação entre as variáveis quando o sinal sazonal é extraído da série.

O primeiro passo no planejamento da ACP é realizar a padronização dos dados, onde subtraí-se cada valor da média da respectiva variável e divide-se pelo respectivo desvio padrão das mesmas. A seguir, calcula-se a matriz de correlação que é dada pela expressão:

$$R = \frac{1}{n} Z' Z \quad (8)$$

onde  $n$  é o número de observações,  $Z$  é a matriz de dados padronizados e  $Z'$  sua transposta.

A matriz de correlações, segundo Hair et al (1998), deve apresentar um número substancial de correlações maiores do que 0,30 (em módulo). Se as variáveis não são relacionadas entre si, o que é indicado por um baixo coeficiente de correlação entre elas a ACP é provavelmente inadequada, já que o principal objetivo desta técnica é detectar relações entre as variáveis.

A matriz fatorial é calculada pela expressão:

$$F = U D^{1/2} \quad (9)$$

onde U é a matriz de autovetores da matriz de correlação (R), e D a matriz de autovalores da matriz de correlação (R).

As cargas fatoriais, que representam a correlação entre as variáveis e as componentes principais, são apresentadas na matriz fatorial. Serão retidas na análise aquelas componentes que contêm cargas fatoriais mais altas, pois o objetivo principal da ACP é condensar a informação contida nas variáveis originais em um conjunto menor de componentes. As componentes extraídas representam os padrões de relação entre as variáveis correlacionadas. Estes padrões podem ser pensados como diferentes tipos de influências (causas) nos dados.

Para verificar o número de componentes a reter, foram aplicados dois métodos de extração de componentes: o critério das raízes latentes (autovalores) e o teste scree. Pelo critério das raízes latentes, são retidas na análise as componentes que apresentam autovalores maiores do que um. O teste scree é obtido através da representação gráfica dos autovalores na ordem de extração de seus autovetores associados. A forma da curva é usada para avaliar o ponto de corte, quando a curva começa a tornar-se uma reta.

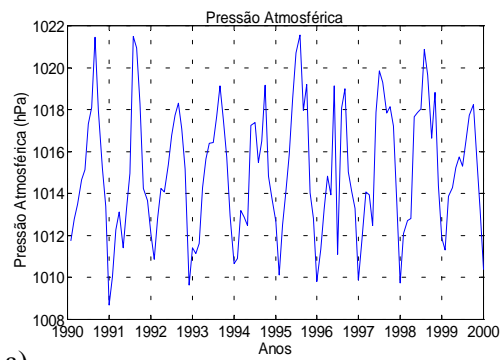
Para facilitar a interpretação da matriz fatorial, pode-se aplicar uma rotação nos eixos fatoriais. A rotação de componentes é uma técnica para girar os eixos de referência das componentes em torno da origem, até alcançar uma posição ideal. A rotação deixa cargas altas em uma componente e baixas em outras, definindo mais claramente os grupos de variáveis que fazem parte de uma componente estudada. Nesta análise, foi utilizada a rotação ortogonal Varimax.

Green (1978) ainda sugere a análise das correlações residuais que devem ser tão pequenas quanto possível para determinar o número de componentes a reter. A correlação residual é obtida pela subtração da correlação reproduzida pelas componentes retidas da correlação real entre as variáveis originais.

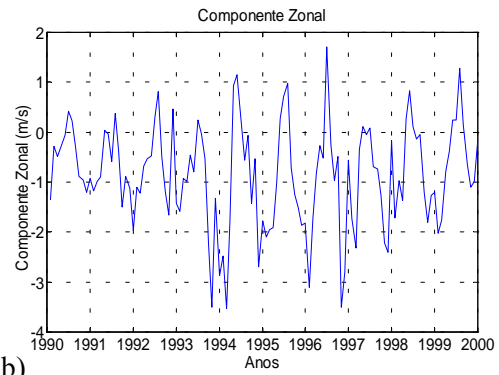
## Resultados e Discussão

Os resultados da desazonalização das séries temporais da pressão atmosférica e da componente zonal da velocidade do vento aplicando os três métodos de desazonalização, podem ser verificados na figura 1, onde também são apresentadas as séries dos dados originais destas duas variáveis (figura 1a e 1b) a fim de facilitar a análise. A desazonalização pelo método trigonométrico de três tempos (figura 1c e 1d) apresentou resultados semelhantes aos da desazonalização pelo método das Normais Climatológicas Provisórias (figura 1e e 1f), o que não ocorreu com o método de desazonalização pela média móvel (figura 1g e 1h).

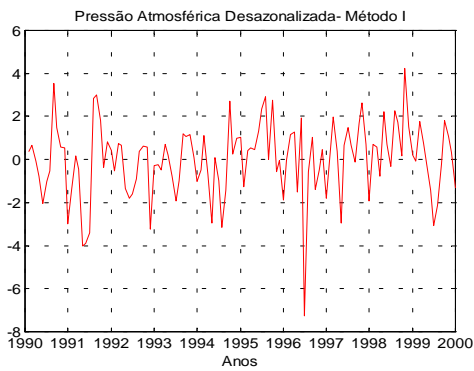
Aplicando a análise de Fourier na série da pressão atmosférica, observa-se na figura 2 que o ciclo sazonal aparece na frequência 0,08, que corresponde ao período de 12 meses. O método I apenas subtraiu a variação sazonal não influenciando as outras variações na série. O método II, além de retirar a variação sazonal, apresenta alterações na série temporal nas frequências de 0,17; 0,25; 0,33; 0,42; 0,5 que correspondem aos períodos de 6; 4; 3; 2,4 e 2 meses. Já o terceiro método transfere a energia do sinal sazonal para frequências menores, e, portanto, períodos maiores, o que descaracteriza completamente a série. Portanto, na ACP, foram utilizadas as séries desazonalizadas pelos métodos I e II, pois o método III foi descartado por se apresentar inadequado para o objetivo proposto.



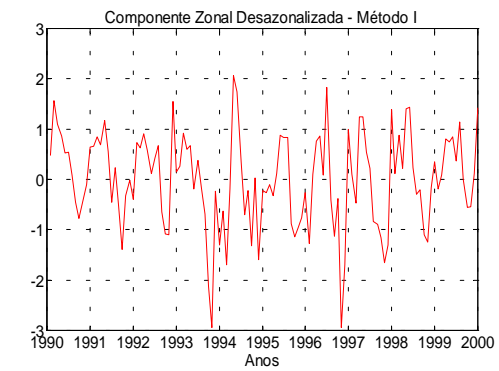
a)



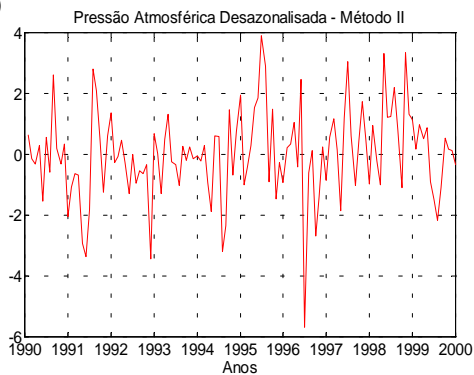
b)



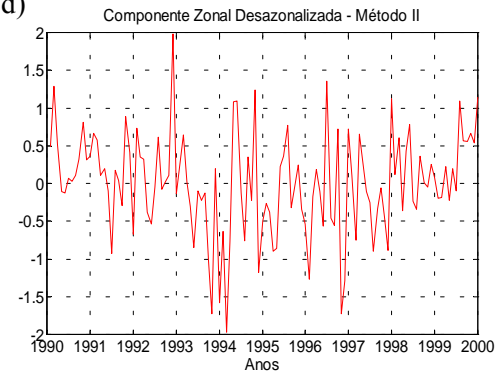
c)



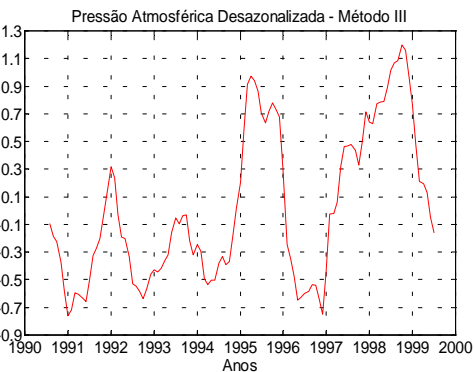
d)



e)

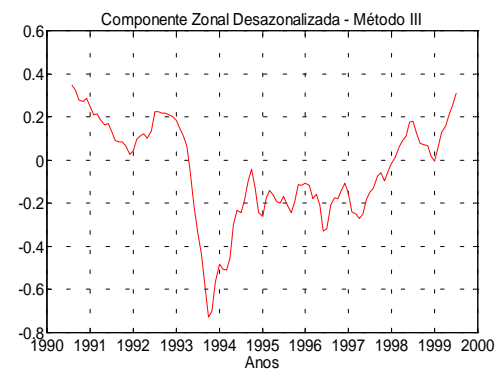


f)



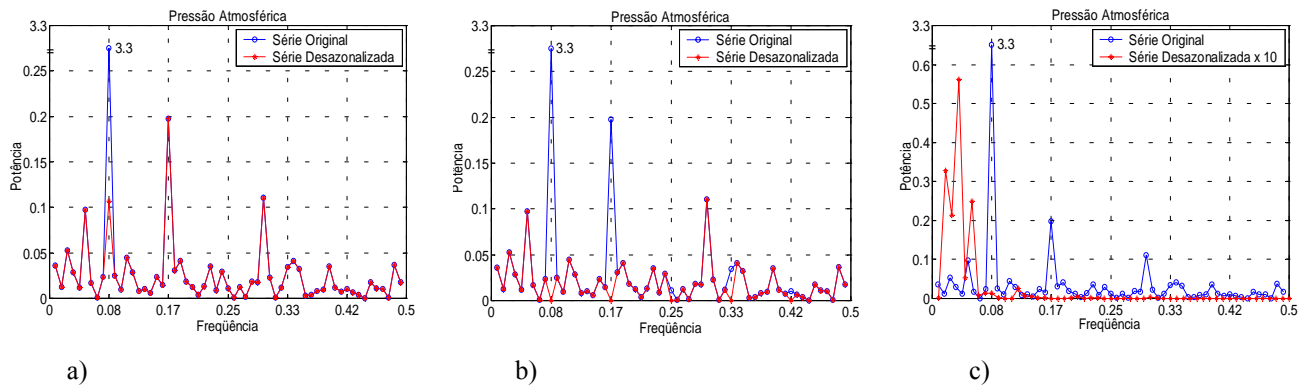
g)

94



h)

**Figura 1:** (a) e (b) variável original, (c) e (d) desazonalização pelo método trigonométrico de três tempos - método I, (e) e (f) desazonalização pelas Normais Climatológicas Provisórias - método II, (g) e (h) desazonalização pela média móvel - método III.



**Figura 2:** (a) método I - desazonalização pelo método trigonométrico de três tempos (b) método II - desazonalização pelas Normais Climatológicas Provisórias (c) método III - desazonalização pela média móvel.

Antes de aplicar a ACP, a matriz de correlações foi analisada, como pode-se verificar, na tabela 2, ela apresenta baixas correlações entre algumas variáveis. Apesar das correlações entre as variáveis desazonalizadas não apresentarem correlações importantes esta técnica foi utilizada na análise dos dados a fim de comparar seus resultados com os obtidos por Pinto (2001), em que as variáveis não foram desazonalizadas e possuíam consideráveis correlações entre a maioria delas.

**Tabela 2** - Matriz de correlações, onde as correlações acima de 0,30 (em módulo) estão em vermelho para facilitar a análise, onde T é a temperatura,  $T_w$  é a temperatura de bulbo úmido,  $T_{max}$  é a temperatura máxima,  $T_{min}$  é a temperatura mínima, P é a pressão atmosférica, Evap é a taxa de evaporação, Ins é a insolação, Prec é a taxa de precipitação, CZ é a componente zonal e CM é a componente meridional da velocidade do vento.

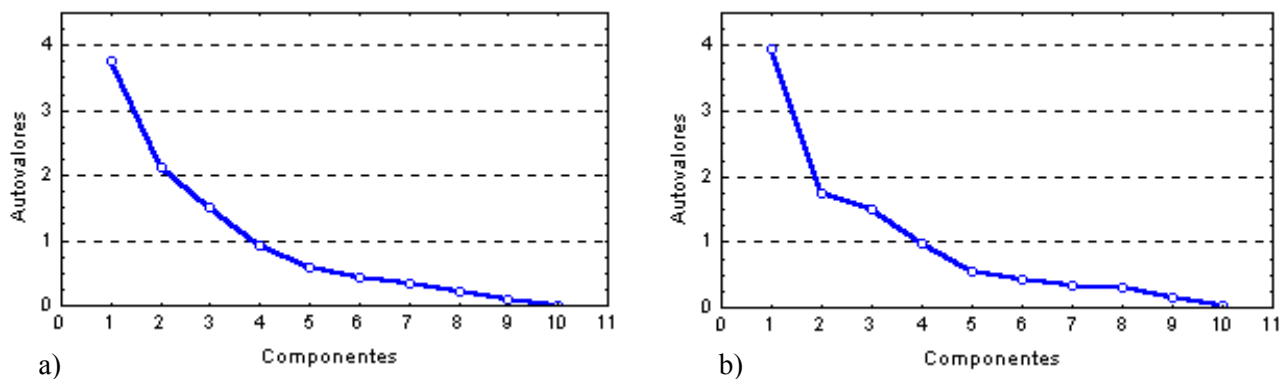
Variáveis	T	$T_w$	$T_{max}$	$T_{min}$	P	Evap	Ins	Prec	CZ	CM
T	1,00	0,97	0,79	0,92	-0,14	0,20	-0,06	0,08	-0,30	-0,30
$T_w$		1,00	0,71	0,87	-0,13	0,05	-0,13	0,13	-0,31	-0,28
$T_{max}$			1,00	0,59	-0,05	0,40	0,27	-0,23	-0,13	-0,33
$T_{min}$				1,00	-0,20	0,08	-0,17	0,18	-0,32	-0,23
P					1,00	0,02	0,15	-0,39	-0,39	0,08
Evap						1,00	0,47	-0,27	0,13	-0,12
Ins							1,00	-0,48	0,11	-0,10
Prec								1,00	0,09	0,11
CZ									1,00	0,39
CM										1,00

Para verificar qual o número ideal de componentes a reter foram aplicados dois critérios de extração de componentes. O critério das raízes latentes (autovalores) indica a extração de quatro componentes, tabela 3, já que a quarta

componente assume um valor muito próximo de um. Pelo teste scree, como pode-se observar na figura 3, o ponto de corte que indica o número de componentes a reter é na quinta componente.

**Tabela 3** - Autovalores para os dois primeiros métodos.

Componentes	Método I		Método II	
	Autovalores	% Variância Total	Autovalores	% Variância Total
1	3,76	37,6	3,91	39,11
2	2,13	58,9	2,16	60,72
3	1,50	74,0	1,33	74,01
4	0,93	83,2	0,81	82,15
5	0,59	89,1	0,60	88,18
6	0,44	93,5	0,52	93,37
7	0,34	96,9	0,33	96,70
8	0,21	99,0	0,22	98,86
9	0,09	99,9	0,10	99,91
10	0,01	100,0	0,01	100,0



**Figura 3** - Representação gráfica do teste scree do método I (a) e do método II (b), onde os autovalores representam a variância explicada por cada componente principal.

As quatro primeiras componentes principais foram retidas na análise, após a análise da matriz fatorial, com e sem rotação, e dos resultados dos critérios de extração de componentes.

Na matriz fatorial com rotação Varimax, tabela 4, a primeira CP apresenta cargas mais altas para as variáveis temperatura do ar, temperatura de bulbo úmido, temperatura máxima e temperatura mínima. Este resultado pode ser explicado por estas variáveis comporem as propriedades termodinâmicas das massas de ar, a Polar Continental e a Tropical Marítima, que influenciam a região. Na figura 4a, pode-se observar os escores desta CP, onde aparece um valor atípico no inverno de 1996. Em estudos anteriores Brito e Saraiva (1997), observaram que a maior frequência de sistemas frontais, no período de 1993 a 1996, na cidade de Rio Grande, foi no mês de agosto de 1996 que apresentou a passagem de sete frentes frias, quando a média mensal é de quatro entradas por mês.

A segunda CP apresenta cargas mais altas para a taxa de evaporação, a insolação e a taxa de precipitação, sendo que a precipitação tem correlação inversa com esta CP, o que pode ser observado na figura 4b, onde nos anos de 1995, 1997 e 1998 foram observadas anomalias na taxa de precipitação. Reboita (2001), analisando as séries mensais de 1991 a 2000, observou uma alta taxa de precipitação em julho de 1995 o que, segundo Oliveira e Saraiva (2000), foi consequência de um bloqueio atmosférico que atuou sobre o Rio Grande do Sul. Martins et al. (1998), analisando a atuação do fenômeno ENOS sobre a região, no período de 1990 a 1998, observaram um comportamento atípico entre o ano de 1997 e o verão de 1998, onde o verão de 1998 apresentou um total pluviométrico acima da média. Tendo em vista que pouca insolação e muita precipitação indicam alta nebulosidade, o que propicia temperaturas máximas menores do que seriam esperadas se o céu não estivesse encoberto é a justificativa para a temperatura máxima também apresentar carga considerável nesta CP.

A pressão atmosférica e a componente zonal da velocidade do vento são representadas na terceira CP com correlação inversa, o que evidencia a influência de processos dinâmicos sobre a pressão atmosférica. A precipitação, apesar de apresentar carga mais alta na terceira CP, também apresenta carga considerável nesta CP. Na figura 4c, também observa-se a influência do bloqueio atmosférico no inverno de 1995, assim como a influência do fenômeno ENOS no inverno de 1997.

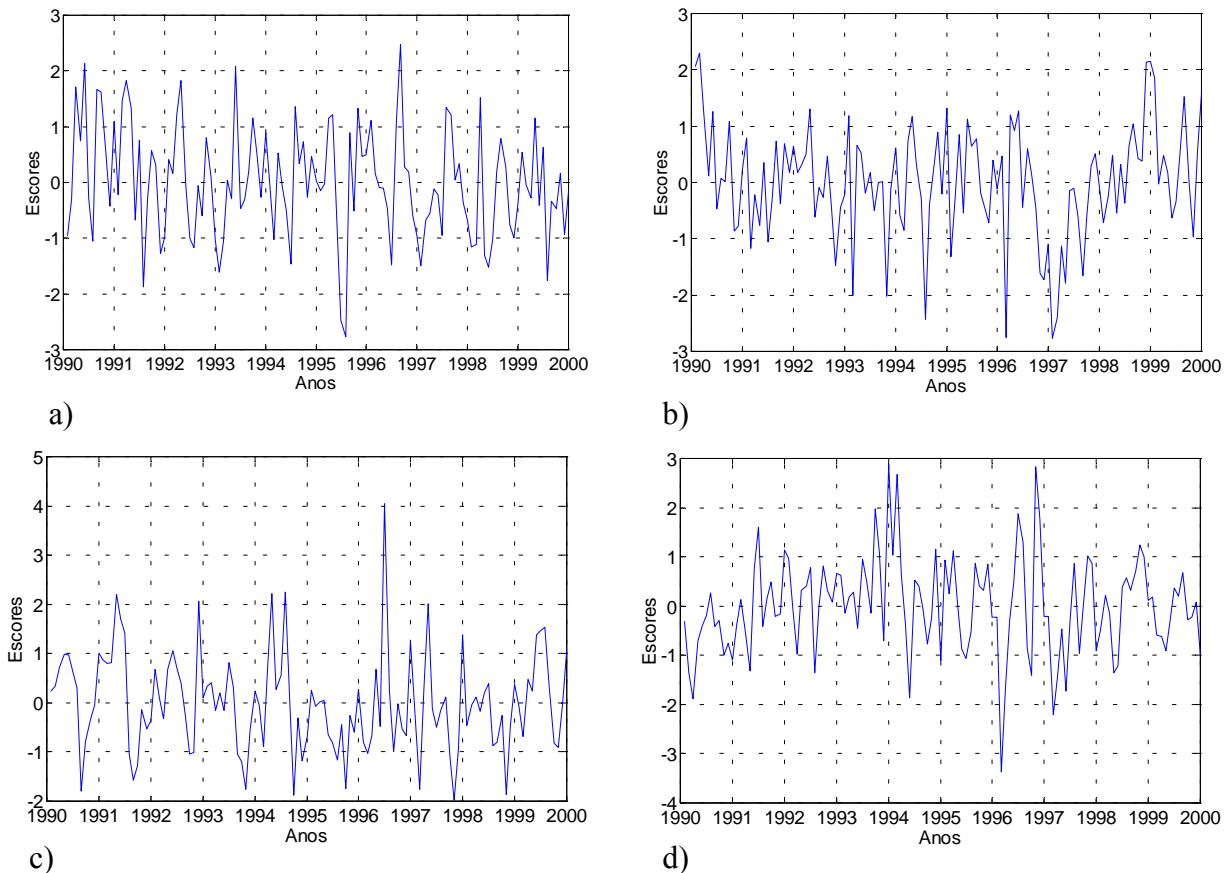
A componente meridional da velocidade do vento apresenta cargas mais alta na quarta CP, sendo que a componente zonal também apresenta carga considerável nesta CP. Na figura 4d, pode-se verificar que esta CP também é afetada pelo bloqueio atmosférico de 1995 e pelo fenômeno ENOS em 1997.

As quatro CP retidas na análise explicam 85% da variância total do conjunto de dados originais. Na figura 4, pode-se observar os escores padronizados destas quatro CP. Os escores representam o grau no qual cada valor individual aumenta no conjunto de dados que tem cargas altas na componente, assim, os maiores valores nas variáveis com altas cargas na CP vão resultar em maiores escores.

**Tabela 4** - Matriz fatorial com rotação Varimax. Para facilitar a análise, a maior carga para cada variável está assinalada em vermelho, enquanto as demais cargas maiores do que 0,40 estão em azul. Variáveis como descritas na tabela 2, CP 1, CP 2, CP 3 e CP 4 correspondem, respectivamente, a primeira, segunda, terceira e quarta componentes retidas.

Variáveis	Método I				Método II			
	CP 1	CP 2	CP 3	CP4	CP 1	CP 2	CP 3	CP4
T	0,987	0,036	0,024	0,122	0,972	0,027	0,115	0,169
T <sub>w</sub>	0,960	-0,082	-0,003	0,115	0,937	-0,107	-0,096	0,167
T <sub>max</sub>	0,783	0,458	0,008	0,121	0,752	0,484	0,050	0,147
T <sub>min</sub>	0,926	-0,134	0,047	0,096	0,910	-0,167	0,105	0,117
P	-0,118	0,123	-0,906	-0,120	-0,218	0,113	-0,883	-0,033
Evap	0,178	0,767	0,135	-0,015	0,129	0,786	0,150	-0,051
Ins	-0,099	0,837	-0,069	0,051	-0,169	0,750	-0,235	0,101
Prec	0,108	-0,655	0,478	-0,077	0,075	-0,645	0,513	-0,029
CZ	-0,277	0,246	0,649	-0,521	-0,357	0,290	0,444	-0,648
CM	-0,180	-0,133	-0,042	-0,943	-0,199	-0,187	-0,134	-0,908





**Figura 4** – Escores das componentes. (a) primeira CP que representa a temperatura do ar, a temperatura de bulbo úmido, a temperatura máxima e a temperatura mínima, (b) segunda CP que representa a insolação, evaporação e a precipitação, (c) terceira CP que representa a pressão e a componente zonal e (d) quarta CP que representa a componente meridional.

## Conclusões

Com relação a determinação do método de desazonalização das variáveis atmosféricas mais adequado, dos três métodos de desazonalização aplicados, o método das médias móveis (método III) não correspondeu ao objetivo proposto, já que descaracterizou completamente as séries pois transferiu a energia do sinal sazonal para frequências menores. O método das Normais Climatológicas Provisórias (métodos II), além de subtrair a variação sazonal, apresentou alterações nas séries temporais nas frequências correspondentes aos períodos de 6; 4; 3; 2,4 e 2 meses. Já o método trigonométrico de três tempos (método I) apenas descontou a variação sazonal não apresentando alterações no restante da série temporal, sendo, portanto, dos três métodos de desazonalização aplicados, o que apresentou melhores resultados.

A ACP apresentou resultados similares para os métodos I e II. Em ambos os casos, o conjunto das dez variáveis analisadas pode ser representado por quatro componentes principais. A temperatura do ar, temperatura de bulbo úmido, temperatura máxima e temperatura mínima ficam representadas pela primeira componente. A evaporação, insolação e precipitação pela segunda componente. A terceira componente apresenta cargas mais altas para a pressão atmosférica e a componente zonal. A quarta componente representa a componente meridional.

Verificou-se que a maior correlação entre as variáveis analisadas está associada a variação sazonal. Com a desazonalização das séries temporais, a pressão atmosférica, a evaporação e a insolação deixaram de ter cargas altas na primeira CP. A variável pressão atmosférica, após a desazonalização, apresenta cargas mais altas na terceira CP juntamente com a componente zonal da velocidade do vento, o que evidencia a influência dos processos dinâmicos atuantes na região sobre esta variável.

Os escores das quatro componentes principais podem ser utilizados em substituição as dez variáveis originais em modelos de previsão climática, com a vantagem de possuir um número menor de variáveis que juntas representam 85% da variância total do conjunto de dados originais.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao Prof. Dr. Shigetoshi Sugahara pelas sugestões sobre os métodos de desazonalização das séries temporais.

## **Bibliografia**

ASSIS, F. N., 1996. **Aplicações de Estatística à Climatologia**. Ed. Universitária, UFPEL, Pelotas, RS.

BRITTO, F. P.; SARAIVA, J. B., 1997. **Frequência e Intensidade dos Sistemas Frontais em Rio Grande no Mês de Agosto/1996**. In: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 8; Fórum Latino-Americano de Geografia Física Aplicada, 1, 1997, Curitiba. Anais ... Curitiba, 1997.

FERREIRA, J. P., 1959. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. Volume XXXIV, RS, p-z, IBGE, Rio de Janeiro, RJ.

GREEN, P. E., 1978. **Analysing Multivariate Data**. Philadelphia: Dryden Press.

HAIR, J. F. Jr.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W.C., 1998. **Multivariate Data Analysis**. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall.

MARTINS, J. S.; LANAU, L.; SARAIVA, J. M. B., 1998. **Análise Comparativa da Atuação de Fenômeno El Niño/Oscilação Sul entre as cidades de Rio Grande e Pelotas- RS para o período de 1990-1998**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 10., 1998, Brasília. Anais ... Brasília, 1998.

OLIVEIRA, A. O.; SARAIVA, J. M. B., 2000. **Efeitos de um bloqueio atmosférico no campo de precipitação e temperatura no Rio Grande do Sul**. In: CONGREGMET, 8., 2000, Buenos Aires. Anais ... Buenos Aires, CD-Rom.

PINTO, S. S. 2001. **Análise de componente principais de observações meteorológicas de superfície em Rio Grande, RS, no período de 1991 a 2000**. Dissertação – Mestrado em Engenharia Oceânica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

REBOITA, M. S., 2001. **Normais Climatológicas Provisórias de Rio Grande, no período de 1991 a 2000**. Monografia – Curso de Bacharelado em Geografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

STULL, R. B., 1988. **An Introduction to Boundary Layer Meteorology**. Atmospheric Sciences Library, Medison, USA.

XAVIER, T. de M. B. S., 1990. **Notações de aula do curso Processos Estocásticos e Séries Temporais: Aplicações em Meteorologia e Climatologia**, IAG-USP.